

УДК 658.512.011.56:004.42

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧЕРВЯЧНЫХ ШЛИЦЕВЫХ ФРЕЗ**

**Баркалов И.В., Леоненко А.В., Кузнецов М.С.  
Научный руководитель – доцент Желтобрюхов Е.М.**

*Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО  
«Сибирский федеральный университет»*

Обработка шлицевых валов червячными шлицевыми фрезами является одним из наиболее перспективных технологических методов высокопроизводительной обработки точных поверхностей, обеспечивающим высокое качество и точность обрабатываемых поверхностей деталей. Совмещение в одной операции нескольких этапов механической обработки, получение высоких эксплуатационных качеств поверхностного слоя, сравнительно невысокие требования к квалификации оператора - все это обеспечивает высокую эффективность процесса. Однако все эти преимущества обусловлены существенным усложнением конструкции инструмента. Червячная шлицевая фреза представляет собой многолезвийный металлорежущий инструмент сложного фасонного профиля, и проектирование его представляет собой достаточно трудоемкую, сложную и многовариантную задачу, решить которую без использования современных вычислительных средств и методов расчета весьма затруднительно.

В настоящее время большое значение приобретают методы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов их изготовления, что обеспечивает существенное повышение производительности и качества проектирования. Известные методики расчета параметров инструментов, особенно сложнопрофильных, основаны на применении графо-аналитического метода проектирования с использованием табличных данных, различных графиков, номограмм и т.п. и плохо приспособлены для автоматизированного расчета с применением ЭВМ. Предпринимаются попытки решения этой проблемы: - в научной и технической литературе можно найти примеры автоматизированного расчета геометрических параметров инструментов; в ряде случаев приведены программы расчета (точнее, фрагменты программ), однако практически нет примеров комплексного решения задачи, которое, по нашему мнению, представляет собой получение рабочего чертежа инструмента, разработанного на основе исходных данных, определяющих необходимое качество обрабатываемого этим инструментом изделия. В статье представлены результаты такого комплексного подхода к проектированию червячных шлицевых фрез для обработки валов с прямобочным, эвольвентным и треугольным профилем шлица.

Для решения задачи автоматизированного проектирования был разработан алгоритм и программы расчета для ЭВМ геометрических параметров шлицевой фрезы, а также программа создания рабочего чертежа фрезы по рассчитанным данным с использованием существующих CAD-систем (поскольку очевидно, что создание и широкое распространение в последнее время мощных графических редакторов (AutoCad, Компас 3D и др.) исключает необходимость самостоятельной разработки графических средств подготовки рабочих чертежей проектируемых инструментов). При этом возможно получить несколько вариантов проектируемой шлицевой фрезы, изменяя как исходные данные, так и условия обработки, т.е. провести оптимизацию конструкции и технологии изготовления.

Современные САПР имеют модульный принцип организации. Каждый модуль предназначается для решения логически завершенной задачи и представляет собой законченную подсистему. Компьютерные программы автоматизированного расчета и проектирования червячных фрез выполнены в виде отдельного исполняемого модуля и набора баз данных для соответствующего типа фрезы. Подход к разработке данного модуля - подсистемы основан на общих принципах, характерных для современных САПР, в частности принципа открытости, подразумевающего возможность расширения САПР путем интеграции в нее новых пакетов расчетных программ. Также предполагается, что данная подсистема может быть интегрирована в более мощную конструкторско-технологическую САПР режущих инструментов, работающую на единых принципах и использующую общие базы данных и ориентированную на мощное современное программное обеспечение конструкторского и технологического проектирования.

Программы автоматизированного проектирования червячных шлицевых фрез реализованы с помощью мощного средства создания приложений - объектно-ориентированного языка Pascal в среде Delphi. Весьма важным вопросом для подобного рода расчетных программ является вопрос вывода рассчитанной информации. В частности, построение чертежей по расчетным значениям геометрических параметров возможно при непосредственном использовании открытого текстового формата файлов для обмена двумерной графической информацией dxf. Он является одним из наиболее распространенных стандартов для векторных изображений в открытых операционных системах и приложениях и на сегодняшний день поддерживается практически всеми CAD-системами на платформе PC. Формат является текстовым и его использование в разрабатываемых программах не представляет особой сложности, но в спецификации этого формата некоторые объекты описываются не полностью либо не описываются вовсе. Поэтому использование этого формата целесообразно только там, где нет возможности применения другого способа вывода чертежа или когда необходимо построить чертеж на компьютере, где нет возможности установки полноценной CAD-системы. Более гибкие возможности для построения чертежей из приложений предоставляют средства автоматизации различных CAD-систем. Так, например, программный пакет КОМПАС содержит средства поддержки технологии COM, реализованной в КОМПАС- МАСТЕР (ориентированные на прикладного программиста инструментальные средства разработки дополнительных модулей (прикладных библиотек и приложений), предназначенные для организации вызова функций КОМПАС из программ на языках программирования Си++, Pascal, Бейсик). Использование данных инструментальных средств более трудоемко, но обеспечивает создание достаточно мощных прикладных приложений, выполняющих сложные расчеты с автоматической подготовкой чертежей. В нашем случае ориентация была взята на использование широко распространенного на машиностроительных предприятиях и ВУЗах России программного продукта КОМПАС 3D.

В основе конструкции всех червячных фрез лежит обычная червячная фреза, работающая по методу обкатки. Червячная фреза и нарезаемый валик находятся в зацеплении. Профиль червячной фрезы представляет собой профиль рейки, а профиль нарезаемого валика - профиль зубчатого колеса, находящегося в зацеплении с рейкой. При относительном движении валика, последний своей начальной окружностью катится по начальной прямой рейки без скольжения, в результате чего образуется профиль зуба фрезы.

Сущность аналитического метода профилирования заключается в определении сопряженного профиля инструмента по заданному профилю детали (шлицевого вала). В то же время, эта давно известная и широко применяемая методика не учитывала особенностей применения ЭВМ, что вызывало определенные трудности в адаптации ее к

машинному счету. В частности, применение этой методики расчета основано на выборе большого количества параметров с использованием обширных справочных данных, не поддающихся корреляции и возможности установления точных функциональных связей параметров инструмента и детали. Это вызвало необходимость введения режима диалога при выборе определенных параметров и в ходе расчета, а также создания баз данных по справочным материалам. Вместе с тем, использование режима диалога, как правило, повышает качество принимаемых решений, а также является полезным при использовании этой программы в учебных целях. Поэтому при разработке программ особое внимание было уделено созданию «дружественного» интерфейса, позволяющего облегчить как работу пользователя САПР, так и возможность использования разработанного модуля для обучения.

Работа программы (после выбора соответствующего расчетного модуля для типа фрезы – не показано) начинается с ввода исходных данных для проектирования, которые должны быть введены в соответствующие поля главного окна (показано на рис.1 для примера расчета червячной шлицевой фрезы с прямобочным профилем зуба).

Рисунок 2. Окно ввода данных

После ввода данных при активации кнопки "Рассчитать", появляется окно, содержащее рассчитанные геометрические параметры фрезы (на рис. 2 показано окно, в котором представлены результаты расчета фрезы для обработки треугольного профиля зуба).

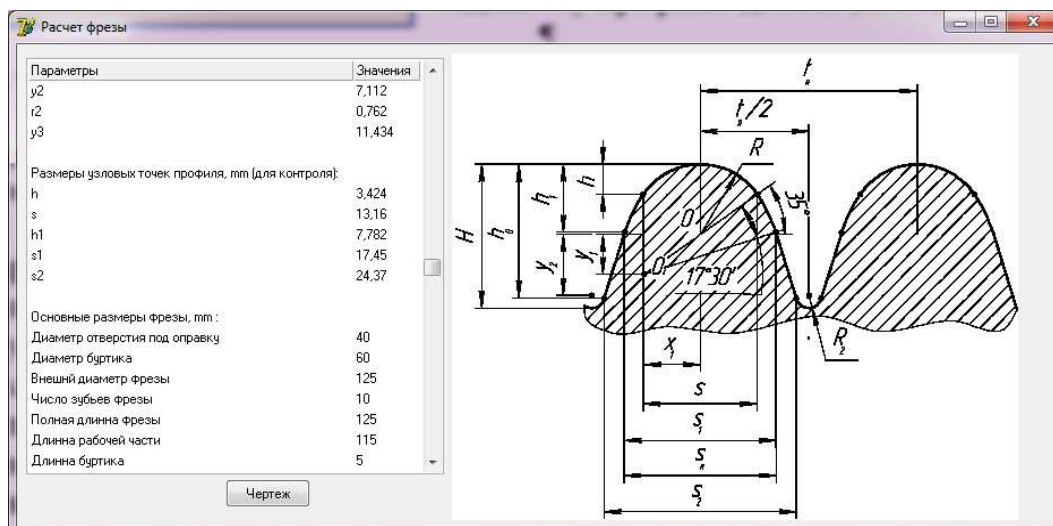


Рисунок 3. Окно представления программой рассчитанных данных

На следующем шаге программой будет предложено сохранение полученных расчетных данных в текстовом формате и построение по ним рабочего чертежа фрезы. В построенном программой чертеже будут также представлены некоторые из рассчитанных параметров (рис. 3).

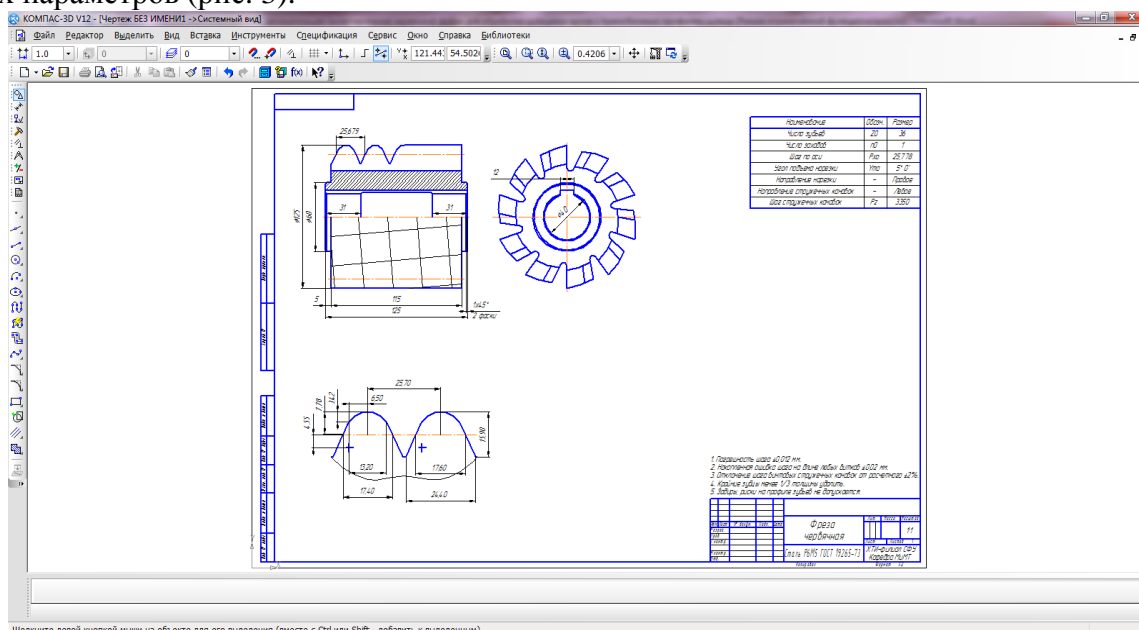


Рисунок 3. Чертеж спроектированного инструмента

Созданный чертеж при необходимости может быть легко отредактирован с помощью соответствующих инструментов графического редактора Компас – 3D.

Разработанные компьютерные программы предназначены для автоматизации расчетов, осуществляемых на этапах технологической и организационной подготовки основной системы машиностроительного производства, с целью повышения качества проектных решений и сокращения затрат времени инженеров-технологов и проектировщиков. Кроме того, компьютерные программы автоматизированного расчета и проектирования червячных шлицевых фрез имеют невысокие аппаратные требования к установке обеспечения, сопровождаются обширными справочными и пояснительными материалами, поэтому могут быть использованы как обучающие программы в учебном

процессе высших учебных заведений для повышения качества подготовки студентов машиностроительных специальностей вследствие наличия удобного и наглядного интерфейса и развитой справочной системы, в частности представленный пакет программ используется при проведении лабораторных работ по дисциплине «САПР режущих инструментов» для студентов специальности 151001.65 «Технология машиностроения». Представленная работа выполнена при поддержке гранта СФУ для молодежных научных проектов, выполняемых в рамках «Программы развития СФУ на 2007–2010 годы», программный продукт зарегистрирован в «Роспатенте» (для одной из разработанных программ получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010612910 «САПР шлицевой фрезы» (с прямобочным профилем зуба), на остальные программы поданы заявки на регистрацию).

Программный модуль автоматизированного расчета и проектирования червячных шлицевых фрез является подсистемой «САПР Режущий инструмент», разрабатываемой студентами и сотрудниками кафедры «Машиностроительные и металлургические технологии» Хакасского технического института – филиала СФУ.